

Для исследования микроструктуры синтезированных стекол сняты микрофотографии поперечного сечения склейки Crofer22APU/стекло/YSZ и YSZ/стекло/YSZ (рис. 2).

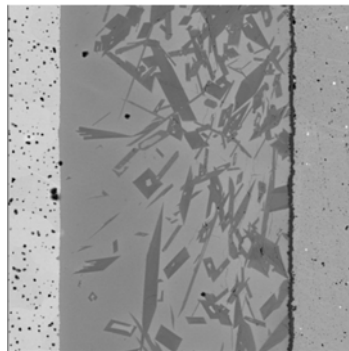


Рис. 2. Микрофотография склейки YSZ /стекло $\text{BaO}_{(0,225)} - \text{CaO}_{(0,137)} - \text{MgO}_{(0,137)} - \text{SiO}_{2(0,5)}$ / Crofer 22APU

Склейка с крофером получена только для состава $\text{BaO}_{(0,225)} - \text{CaO}_{(0,137)} - \text{MgO}_{(0,137)} - \text{SiO}_{2(0,5)}$, для остальных двух составов склейка распалась. Как видно из рис. 2 на поверхности стали образовалась пленка с неоднородной структурой.

В результате химического и рентгенофлуоресцентного спектрального анализа установлено, что включения в электролите содержат следы Cr_2O_3 , что свидетельствует о переходе оксида из металлического интерконнекта, в составе которого содержится оксид хрома.

Проведенные исследования показали, что герметики составов $\text{BaO}_{(0,225)} - \text{MgO}_{(0,275)} - \text{SiO}_{2(0,5)}$, $\text{BaO}_{(0,225)} - \text{CaO}_{(0,275)} - \text{SiO}_{2(0,5)}$, $\text{BaO}_{(0,225)} - \text{CaO}_{(0,137)} - \text{MgO}_{(0,137)} - \text{SiO}_{2(0,5)}$ в целом не пригодны для склеивания трубчатого циркониевого электролита с крофером и следует вести дальнейшие исследования с целью получения стекла, подходящего в качестве стеклогерметика.

Список использованных источников

1. Химические источники тока / Н. В. Коровина, А. М. Скундина. М. : МЭИ, 2003. 82 с.
2. Donald I. W. Preparation, properties and chemistry of glass- and glass-ceramic-to-metal seals and coatings // Journal of materials science. 1993. № 28. P. 2841-2886.

УДК 621.7

Давлетбаев Р. С., Семенов Н. А., Худякова Г. И.
Уральский федеральный университет
uge87@mail.ru

ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТОРФА В КАЧЕСТВЕ ТОПЛИВА ДЛЯ ЭНЕРГОУСТАНОВОК

Аннотация. В работе приведены характеристики торфа, описаны его преимущества и недостатки как энергетического топлива. Рассмотрены примеры установок, в которых он применяется. Рассчитаны кинетические параметры конверсии в воздушной среде.

Торф является полезным ископаемым, которое может использоваться для целей сельского хозяйства, химической промышленности и энергетики. Элементный состав варьируется в зависимости от месторождения: торф содержит 50-60 % углерода и как правило ископаемое топливо имеет влажность до 40 %, теплота сгорания до 24 МДж/кг.

Торф относится к возобновляемым ресурсам, в мире ежегодно образуется почти 3 млрд. м³ торфа, что примерно в 120 раз больше, чем используется. Объем добычи торфа за последние годы сократился примерно в несколько раз, что обусловлено практически одним фактом – многократным падением его добычи в России, однако в других странах, добыча торфа в целом увеличилась на 10 %.

По данным Международного торфяного общества (IPS, 1995) торфяные ресурсы в мире составляют более 400 млн. га, но из них менее половины находится в разработке в странах, добывающих торф. Наибольшие запасы торфа [2] сосредоточены в двух странах: Россия – 150 млн. га; и Канаде – 111 млн. га. Наиболее крупными производителями торфяной продукции в мире сегодня являются Финляндия, Канада, Германия, Ирландия и Россия.

Ископаемый торф бывает различной влажности, в зависимости от места его образования от 15 до 60 %, также он классифицируется по содержанию золы: малозольный (< 5 %), средnezольный (5-10 %) и высокозольный (> 10 %).

Основными недостатками этого вида топлива являются: более низкая, чем у углей теплота сгорания и трудности сжигания из-за высокого содержания влаги в исходном веществе.

Стоит отметить ряд преимуществ торфа как топлива для энергоустановок:

- низкая себестоимость производства;
- экологическая чистота сгорания (малая доля серы и других выбросов);
- полнота выгорания (малый остаток золы);
- развитие новых эффективных технологий сжигания.

Все это делает торф перспективным местным источником полученной тепловой и электрической энергии.

В качестве топлива торф применяется как:

1. Фрезерный (измельченный) торф в виде россыпи для сжигания во взвешенном состоянии.

2. Полубрикет (кусковой) торф, малой степени прессования, производимый непосредственно на торфяной залежи.

Торфяной брикет, высококалорийный продукт большой степени прессования на технологическом оборудовании, заменяет каменный уголь.

Установки по сжиганию торфа разрабатывали преимущественно в середине прошлого столетия, когда торф широко использовался в качестве топлива. Сжигание фрезерного торфа производилось преимущественно в камерных топках с шахтными мельницами, а также в пневматических топках. Одним из примеров технологии сжигания неразмолотого фрезерного торфа является вихревая топка [3] (рис. 1).

За счет многократной циркуляции крупных частиц в вихревом факеле обеспечивается полнота выгорания топлива, однако основной недостаток – это сложность конструкции.

В топке, работающей по вихревому принципу, горелки (1) выходного сечения наклонены вниз под небольшим углом, а шахта (2) мельницы горизонтальной частью присоединяется к входному сечению горелки. Пылевоздушная смесь

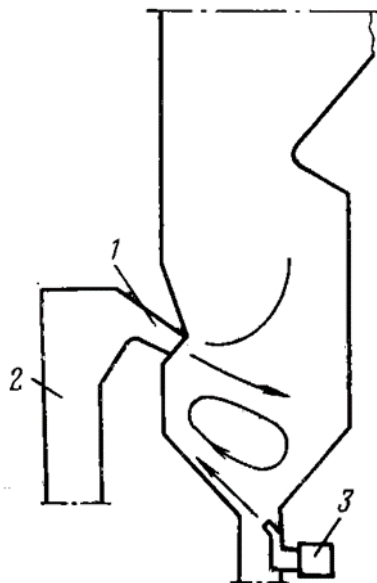


Рис. 1. Вихревая топка

поступает из горелок в топку со скоростью 20-30 м/с, вторичный воздух подается со скоростью 40-60 м/с через сопла (3), установленные в нижней части заднего ската холодной воронки. Струи пылевоздушной смеси и вторичного воздуха в нижней части топочной камеры, включающей и объем холодной воронки, образуют вихрь с горизонтальной осью вращения.

В данной топке крупные частицы и корешки, содержащиеся в торфе в большом количестве выпадают в холодную воронку и струями вторичного воздуха вовлекаются в вихревой факел, в котором благодаря многократной циркуляцией и сгорают, что является главным достоинством этой топки.

Применение технологии кипящего слоя (КС) позволяет обеспечить эффективное сжигание низкокалорийного топлива с содержанием мелких фракций до 30 %. С учетом разработок по многостадийной конверсии появляются комплексные решения для применения торфа. Разработана двухзонная (предтопок и топка) котельная установка [4] для работы на фрезерном торфе. Топливо подается в предтопок котла и забрасывается на зеркало кипящего слоя инертного наполнителя (кварцевого песка). В слое при температуре 700-900 °С протекает процесс неполного горения топлива при его взаимодействии с первичным воздухом. Подача воздуха на воздухораспределительную решетку с $\alpha = 0,3-0,4$ обеспечивает бесшлаковый режим работы КС.

В ходе неполного горения топлива в КС, сопровождающегося процессами пиролиза и газификации, образуется низкокалорийная парогазовая смесь, которая совместно с мелкофракционными частицами полукокса топлива поступает в топку котла. В топке происходит смешение продуктов газификации топлива с вторичным воздухом, сопла вторичного дутья ориентированы вниз, поэтому формируется факел, частично затягиваемый в холодную воронку. Котлы с предтопками КС обеспечивают более эффективное сжигание за счет увеличения времени пребывания топлива в зоне горения, а также за счет лучших условий смешения окислителя с продуктами газификации топлива

Определялись кинетические параметры конверсии в неизотермическом режиме с разной скоростью нагрева печи воздушно-сухого торфа, влажностью 10 %, зольностью 8 %. Эксперименты проводились на приборе термогравиметрического анализа *NETZSCH STA 449F3*, определение параметров производилось по скорости убыли массы (рис. 2). Процесс конверсии проходит в три стадии: сушка, выход летучих и выгорание кокса.

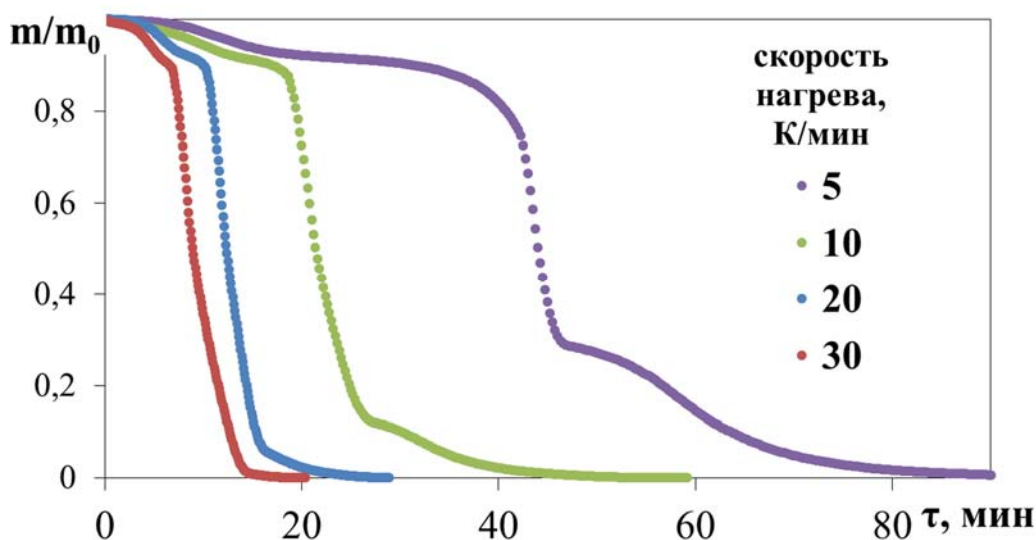


Рис. 2. Скорость убыли массы навески торфа в зависимости от времени

Каждая из стадий имеет свои характерные диапазоны по температурам, однако они смещаются в область более высоких значений температуры с ростом скорости разогрева. По методу Фридмана определение энергии активации происходит для разных скоростей разогрева при равных степенях конверсии (X), которая определяется как убыль массы в текущий момент времени к начальной массе навески.

Полученные значения энергии активации для каждой стадии показывают реакционную способность топлива, таким образом начальная стадия испарения влаги при $X = 0,1$ имеет наименьшее $E_a = 20$ кДж/моль при температуре до 120°C . После первой стадии начинается выделение и горение летучих веществ, которое проходит с $E_a = 98$ кДж/моль при $X = 0,5$, конверсия коксового остатка торфа при $X = 0,78$ имеет значение $E_a = 90$ кДж/моль.

Стадии сушки и выхода летучих для высокорекреакционных топлив, таких как торф, являются основными в процессе полного выгорания, и как видно из полученных значений энергии активации наиболее активно процесс происходит при выходе летучих веществ.

Использование торфа как топлива обусловлено его составом: большим содержанием углерода, малым содержанием серы, вредных негорючих остатков и примесей. Торф является перспективным ресурсом для малой и региональной энергетики и может применяться в различных установках горения и газификации при подборе оптимальных режимов, для достижения высокой эффективности работы агрегата.

Список использованных источников

1. Комплексное использование торфа. [Электронный ресурс]. URL: <http://www.activestudy.info/kompleksnoe-ispolzovanie-torfa/> (дата обращения: 20.11.2015).
2. Мировая потребность в торфе. [Электронный ресурс]. URL: <http://ru-bio.ukrbio.com/ru/articles/1559/> (дата обращения: 20.11.2015).
3. Хзмалян Д. М. Теория горения и топочные устройства. М.: Энергия, 1976. 488 с.
4. Валюжинич М. А. Технология двухстадийного сжигания. [Электронный ресурс]. URL: http://www.rosteplo.ru/Tech_stat/stat_shablon.php?id=2851 (дата обращения: 20.11.2015).

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ, грант № 14-08-01226 А.